# PERSISTANCE DES SPORES DE BACILLUS THURINGIENSIS EN EAU COURANTE À LA SUITE DE PULVÉRISATIONS CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE, EN 1985.

Québec

88-06444/

# PERSISTANCE DES SPORES DE *BACILLUS THURINGIENSIS* EN EAU COURANTE À LA SUITE DE PULVÉRISATIONS CONTRE LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE, EN 1985

Renaud Dostie, tech. de la faune
Sylvie Delisle, tech. de la faune
Pierre-Martin Marotte, biol.

Service des études environnementales

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES
DIRECTION DE LA CONSERVATION

CHARLESBOURG, JUIN 1988

81

©Gouvernement du Québec
Dépôt légal - 3e trimestre 1988
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-18917-5

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à souligner le travail du personnel du ministère de l'Énergie et des Ressources qui a participé à la réalisation de cette étude. Nos remerciements s'adressent particulièrement à:

- MM. Guy Parent et Jacques Bergeron pour la réalisation des différentes figures qui apparaissent dans ce rapport;

- Mme Céline Blanchet qui, sous la supervision de Mme Pierrette Cardinal, a effectué les analyses au laboratoire de microbiologie;

- ainsi qu'à Mme Marie-France Bérubé pour la préparation et la dactylographie de ce document.

## SOMMAIRE

En 1986, avant le début des pulvérisations aériennes de Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.k.) contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, le ministère de l'Énergie et des Ressources a effectué l'échantillonnage de certains cours d'eau. Le but de cette récolte était d'évaluer la persistance des spores viables de B.t.k. un an après l'application de ce produit en forêt.

Pour réaliser cette étude, vingt ruisseaux et neuf rivières situés respectivement à l'intérieur et à l'extérieur des aires traitées en 1985, ont été échantillonnés. Les stations extérieures étaient localisées sur des rivières dont une partie du bassin versant se trouvait à l'intérieur des superficies traitées.

Les quatre-vingt-sept échantillons récoltés onze mois après les opérations de 1985 démontrent la persistance de faibles quantités de spores viables de B.t.k. dans l'eau. Les concentrations sont similaires dans chacun des cours d'eau. Elles représentent moins de 1% des maximums détectés immédiatement après les pulvérisations. La présence du B.t.k. dans les cours d'eau serait attribuable à la persistance de ce produit dans le sol forestier environnant.

## SUMMARY

In 1986, the ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec sampled some watercourses before its aerial spraying program of Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.k.) against spruce budworm. The sampling was done in order to evaluate the persistence of viable spores of B.t.k. one year after the application of the insecticide over the Quebec forest.

For this study, twenty brooks and nine rivers respectively located inside and outside the 1985 treated areas were sampled. Outside the areas, the stations were located on rivers whose watershed was partly included in the treated areas.

The 87 samples collected eleven months after the 1985 treatments showed a persistence of small quantities of viable spores of B.t.k. in water. Concentrations were similar in all the watercourses. They represented less than 1% of the maximums observed immediately after spraying. The presence of B.t.k. in water would be due to the persistence of the product in the surrounding forest soil.

## TABLE DES MATIÈRES


REMERCIEMENTS ..... ii

SOMMAIRE ..... iii

SUMMARY ..... iv

TABLE DES MATIÈRES ..... v

INTRODUCTION ..... 1

1. PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS ..... 2

2. PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE ..... 4

3. MÉTHODOLOGIE ..... 5

   3.1 Méthodologie d'échantillonnage ..... 5
   3.2 Méthodologie d'analyse ..... 6

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION ..... 7

   4.1 Persistance du B.t.k. à l'intérieur des aires traitées ..... 7
   4.2 Persistance du B.t.k. à l'extérieur des aires traitées ..... 9

CONCLUSION ..... 11

BIBLIOGRAPHIE ..... 12

TABLEAU 1: Concentrations de B.t.k. (U.F.C. x $10^4$/ℓ) détectées en eau courante, à l'intérieur des aires traitées en 1985 ..... 8

TABLEAU 2: Caractéristiques des rivières situées à l'extérieur des aires traitées en 1985 et concentrations de B.t.k. (U.F.C. x $10^4$/ℓ) détectées ..... 10

FIGURE 1: Localisation des aires traitées à l'insecticide biologique en 1985 et des stations échantillonnées en eau courante ..... 3

FIGURE 2: Dispositif utilisé pour échantillonner les rivières ..... 6

# INTRODUCTION

Depuis quelques années, pour lutter contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana Clem.), le ministère de l'Énergie et des Ressources (MER) utilise de façon croissante l'insecticide biologique Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.k.) en remplacement des insecticides chimiques. Par conséquent, le suivi environnemental effectué annuellement dans le cadre des pulvérisations, s'est orienté vers ce nouvel insecticide. Le but de ce suivi est principalement de vérifier le comportement des spores viables de B.t.k. dans l'environnement.

Le présent rapport traite particulièrement de la persistance des spores de B.t.k. en eau courante. On y présente les résultats de l'échantillonnage effectué dans vingt-neuf cours d'eau différents, onze mois après les pulvérisations de 1985. Ces mêmes cours d'eau avaient déjà fait l'objet d'un suivi en 1985 (Delisle et al., 1986; Dostie et al., 1986).

## 1. PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS

Le programme de pulvérisations de 1985 a été réalisé par le MER sur une superficie de 667 418 hectares répartis dans les régions de la Côte-Nord, du Saguenay-Lac-Saint-Jean, de Québec, du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie. De cette superficie, 72% a été traitée à l'insecticide biologique (Figure 1) et 28% à l'insecticide chimique. Les traitements ont été réalisés au moyen d'avions quadrimoteurs de types DC-6, DC-4 et L-749, ainsi que par des avions monomoteurs de types Turbo Thrush et Bull Thrush. Plusieurs insecticides biologiques à base de Bacillus thuringiensis var. kurstaki ont été utilisés durant ce programme. Les préparations commerciales appliquées de façon opérationnelle sont, par ordre d'importance, le Thuricide 48 LV$^{MD}$ (94,9%), le Futura $^{MD}$ (4,6%) et le Novabac 3$^{MD}$ (0,5%). Notons que chaque territoire n'a reçu qu'une seule application d'insecticide. La largeur séparant les lignes de vol était de 305 mètres dans les parcelles traitées à l'aide de quadrimoteurs et de 122 mètres dans celles traitées par des monomoteurs.

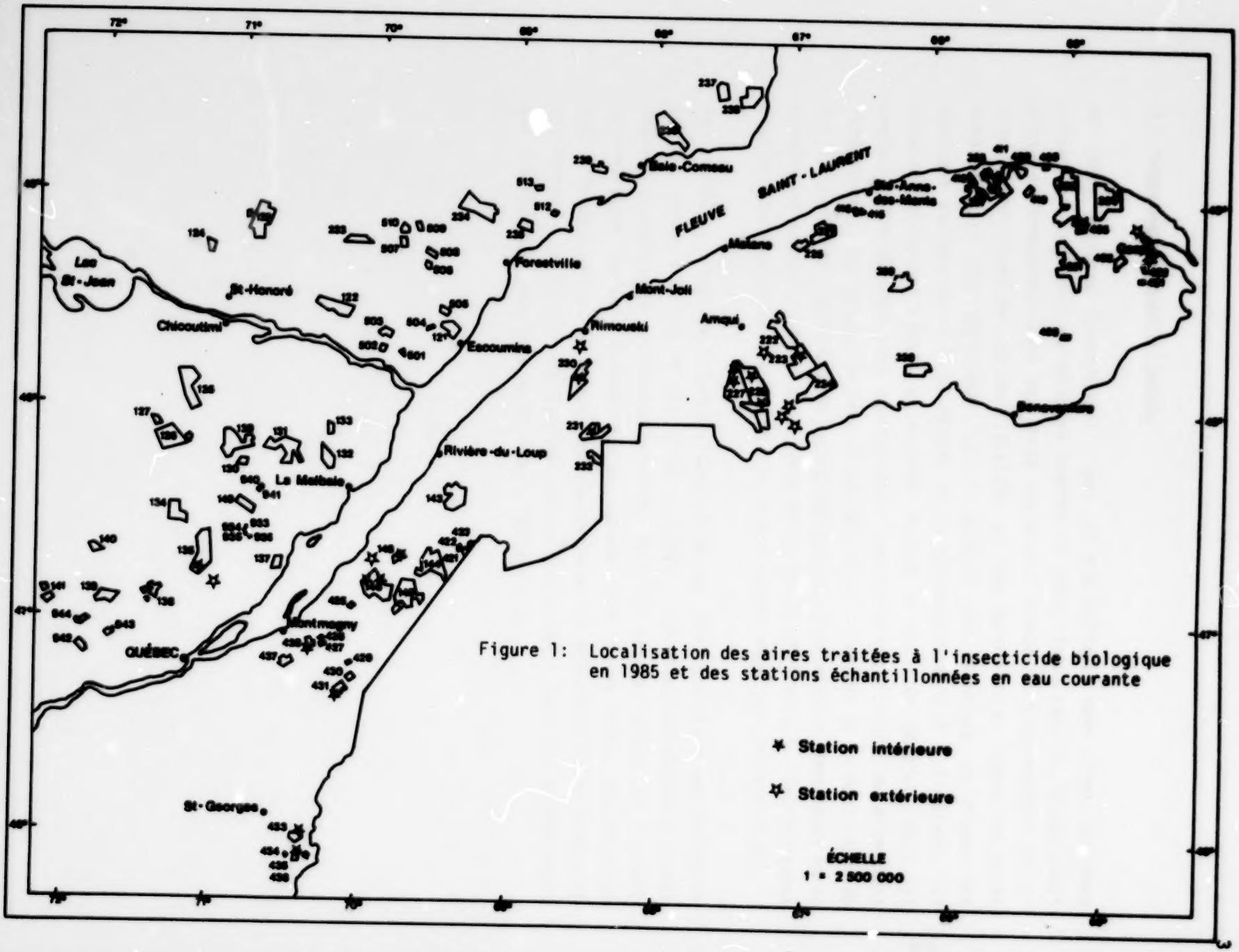


Figure 1: Localisation des aires traitées à l'insecticide biologique en 1985 et des stations échantillonnées en eau courante

## 2. PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE

En 1986, soixante échantillons d'eau ont été prélevés dans vingt ruisseaux situés à l'intérieur de secteurs traités en 1985. Parmi ceux-ci, quinze cours d'eau se trouvaient dans des aires traitées à l'aide de quadrimoteurs et les cinq autres dans des secteurs traités par des monomoteurs. Dans les aires traitées par des quadrimoteurs, la largeur des ruisseaux au niveau des stations variait de 1 à 12 mètres et la profondeur de 0,3 à 2 mètres. La vitesse du courant était en moyenne de 0,9 m/sec. En général, dans les secteurs traités par les monomoteurs, les ruisseaux étaient de dimensions inférieures. La largeur de ceux-ci variait de 1 à 7 mètres et la profondeur de 0,1 à 1,5 mètres. Leur bassin hydrographique était de moindre importance et la vitesse du courant y était en moyenne moins élevée (0,7 m/sec). Ces ruisseaux étaient aussi caractérisés par un plus grand recouvrement par la végétation.

Par ailleurs, vingt-sept échantillons d'eau ont été récoltés à des distances variant entre 4 et 19 km des aires traitées. Les stations échantillonnées étaient situées sur de larges rivières dont le bassin versant se trouvait partiellement inclus à l'intérieur de secteurs traités en 1985. Ces rivières sont l'Assemetquagan, la Causapscal, la Darmouth, la Matapédia, la Milnikek, la Montmorency, la Ouelle, la Rimouski et la Saint-Jean. Tous les échantillons ont été récoltés onze mois après les pulvérisations.

## 3. MÉTHODOLOGIE

### 3.1 Méthodologie d'échantillonnage

Avant toute manipulation, l'échantillonneur doit se laver les mains avec un savon antibactérien (Hibitane$^{MD}$) et les essuyer avec un chiffon imbibé d'alcool. Pour la récolte, il utilise des bouteilles en polypropylène de type Boston (946 ml) avec fermeture à vis. Une fois l'eau récoltée, le volume de chaque échantillon est ajusté à 900 ml. Les bouteilles sont ensuite mises dans des sacs de plastique et sont conservées au froid dans une glacière. Elles doivent être congelées dans un délai de douze heures.

À l'intérieur des superficies traitées, l'eau est prélever au centre du ruisseau ou le plus loin possible de la rive lorsqu'il s'agit d'un cours d'eau important. À bout de bras, l'échantillonneur enfonce la bouteille dans l'eau, le goulot face au courant de façon à ne laisser pénétrer que l'eau de surface (0 à 5 cm).

À l'extérieur des aires traitées, étant donné la forte dimension des rivières à échantillonner, l'eau est prélevée à partir d'un pont. Ceci permet à l'échantillonneur de surplomber la rivière et ainsi, d'effectuer le prélèvement en son centre. Pour cette récolte, une bouteille est fixée sur un support métallique préalablement nettoyé à l'alcool (Figure 2). À l'aide d'un câble, ce dispositif est descendu dans l'eau jusqu'à ce que le goulot de la bouteille se trouve sous la surface. Le dispositif est retiré de l'eau immédiatement, puis il y est replongé de nouveau (8 à 12 fois) jusqu'à ce que la bouteille soit pleine.

Trois échantillons sont récoltés à chaque station. Un délai de cinq minutes est respecté entre chaque prélèvement. Au laboratoire, un échantillon de chaque station est analysé. Les deux autres bouteilles sont conservées pour confirmer, s'il y a lieu, un résultat qui semblerait aberrant.

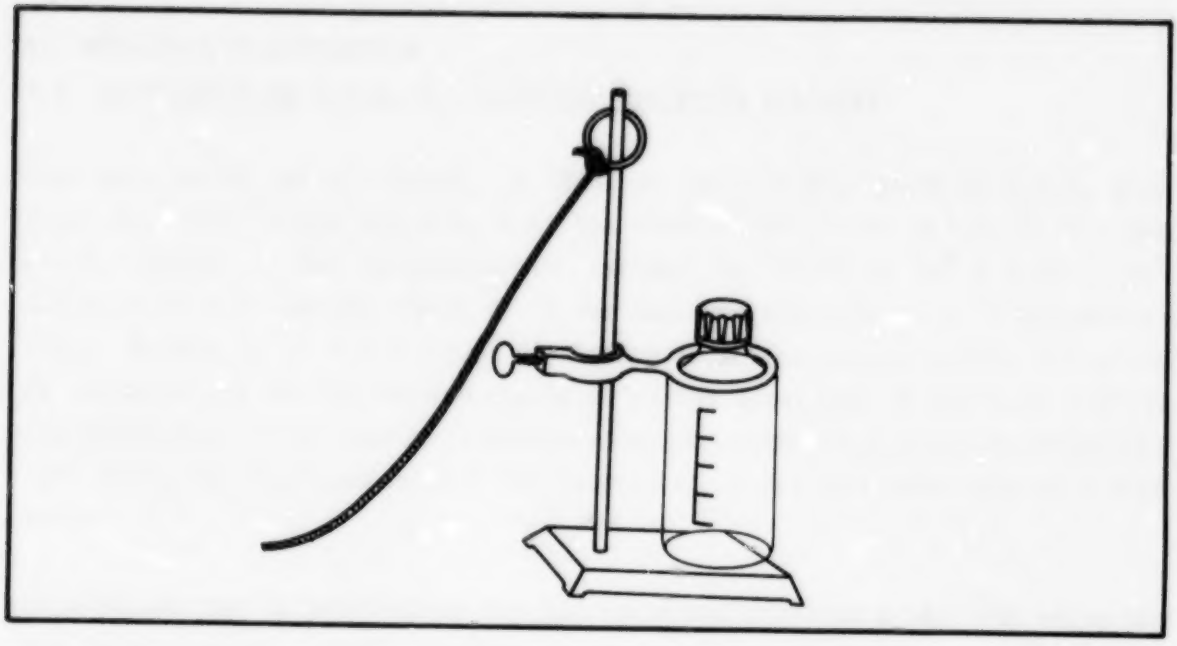

Figure 2: Dispositif utilisé pour échantillonner les rivières

### 3.2 Méthodologie d'analyse

L'analyse des échantillons a été réalisée au laboratoire de microbiologie du MER. Les méthodes utilisées ont été décrites par Cardinal (1985). Lors du décompte, les spores viables apparaissent sur le milieu de culture sous forme de colonies. Étant donné qu'une seule colonie peut provenir d'une spore ou d'un amas de spores, les concentrations de B.t.k. sont donc exprimées en nombre d'unités formant des colonies par litre (U.F.C./ℓ). La limite de détection est de 0,001 x $10^4$ U.F.C./ℓ.

## 4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 4.1 Persistance du B.t.k. à l'intérieur des aires traitées

Onze mois après les traitements de 1985, on retrouve des spores de B.t.k. dans tous les échantillons prélevés dans les cours d'eau situés à l'intérieur des aires traitées. Ces concentrations varient de 0,0013 x $10^4$ à 0,81 x $10^4$ U.F.C./ℓ et représentent moins de 1% des maximums détectés après la pulvérisation. Notons qu'il n'y a aucune différence entre les concentrations provenant de secteurs traités aux quadrimoteurs et celles provenant de secteurs traités aux monomoteurs. Le tableau 1 présente les concentrations obtenues immédiatement après les traitements (0,3 à 2 heures) et celles détectées onze mois plus tard.

Mentionnons que la persistance des spores en eau courante a déjà été rapportée par Dugal et al. (1985). Dans cette dernière étude, les concentrations observées onze mois après les traitements représentaient moins de 0,2% des maximums détectés immédiatement après l'opération et étaient toutes inférieures à 0,33 x $10^4$ U.F.C./ℓ.

Cette présence de B.t.k. en eau courante plusieurs mois après les pulvérisations serait attribuable au lessivage du sol forestier provoqué par la pluie ou la fonte des neiges. Les spores viables de B.t.k. semblent en effet persister en quantités importantes dans le sol forestier. Dans le cadre d'une étude portant sur ce sujet, Cardinal et Marotte (1988) ont observé une faible diminution des concentrations de B.t.k. dans le sol un an après les traitements. Due à cette persistance, il semble évident que l'on retrouvera des spores de B.t.k. dans l'eau tant qu'il en aura dans le sol forestier.

TABLEAU 1: Concentrations de B.t.k. (U.F.C. x $10^4$/ℓ) détectées en eau courante, à l'intérieur des aires traitées en 1985

| Traitements avec quadrimoteurs | | | Traitements avec monomoteurs | | |
|---|---|---|---|---|---|
| STATION | DÉLAI | | STATION | DÉLAI | |
| | 0,3 à 2[a] heures | 11 mois | | 0,3 à 2[a] heures | 11 mois |
| 135-C | 140,0 | 0,18 | 405-A | 180,0 | 0,0059 |
| 146-A | 140,0 | 0,40 | 428-A | 140,0 | 0,028 |
| 146-B | 110,0 | 0,26 | 431-B | [860,0] | 0,062 |
| 148-A | 150,0 | 0,55 | 433-A | 140,0 | [0,81] |
| 223-A | [610,0][b] | 0,11 | 435-B | 480,0 | 0,059 |
| 226-A | 330,0 | 0,029 | | | |
| 226-C | 130,0 | 0,032 | | | |
| 227-A | 91,0 | [0,58] | | | |
| 227-B | 400,0 | 0,0013 | | | |
| 230-A | 160,0 | 0,38 | | | |
| 231-A | 380,0 | 0,15 | | | |
| 324-A | 510,0 | 0,036 | | | |
| 326-B | 58,0 | 0,064 | | | |
| 326-C | 200,0 | 0,079 | | | |
| 327-A | 150,0 | 0,086 | | | |

a. S. Delisle, R. Dostie et P.-M. Marotte, Comportement du Bacillus thuringiensis en milieu lotique à l'intérieur des aires traitées, Québec, 1986, pp. 10-11.

b. Le chiffre encadré correspond à la concentration maximale détectée à chaque délai.

## 4.2 Persistance du B.t.k. à l'extérieur des aires traitées

Onze mois après l'application, le B.t.k. est présent dans chacune des neuf rivières échantillonnées à l'extérieur des superficies traitées (Tableau 2). Rappelons qu'une portion du bassin versant de ces rivières, située en amont des stations, était comprise à l'intérieur des aires traitées en 1985. La distance minimale entre ces stations et les superficies traitées variait de 4 à 19 km.

À l'exception d'un seul résultat, soit $2,8 \times 10^4$ U.F.C./ℓ, les concentrations sont faibles et varient de $0,0035 \times 10^4$ à $0,39 \times 10^4$ U.F.C./ℓ. Ces dernières valeurs sont comparables à celles observées à l'intérieur des aires traitées onze mois après les opérations. Ces résultats s'expliquent difficilement car l'apport d'eau par les tronçons non contaminés de la rivière échantillonnée devrait normalement favoriser la dilution du produit et résulter en une diminution des concentrations.

TABLEAU 2: Caractéristiques des rivières situées à l'extérieur des aires traitées en 1985 et concentrations de B.t.k. (U.F.C. x $10^4$/ℓ) détectées

| RIVIÈRE | SUPERFICIE BASSIN VERSANT[a] (ha) | SUPERFICIE TRAITÉE (%) | DISTANCE P/R BLOC (km) | CONCENTRATION (U.F.C. x $10^4$/ℓ) DÉLAI | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 6 À 12 HEURES[b] | 11 MOIS |
| ASSEMETQUAGAN | 56 000 | 36,8 | 19 | 73,0 | 0,073 |
| CAUSAPSCAL | 71 000 | 11,8 | 18 | 44,0 | 0,009 |
| DARMOUTH | 94 000 | 30,0 | 17 | 61,0 | 0,061 |
| MATAPÉDIA | 374 000 | 19,6 | 14 | 23,0 | 0,089 |
| MILNIKEK | 40 000 | 62,0 | 4 | 250,0[c] | 0,39 |
| MONTMORENCY | 81 000 | 10,4 | 18 | 50,0 | 2,8 |
| OUELLE | 74 000 | 34,0 | 5 | 109,0 | 0,096 |
| RIMOUSKI | 155 000 | 6,0 | 17 | 18,0 | 0,10 |
| ST-JEAN | 111 000 | 16,6 | 6 | 30,0 | 0,0035 |

a. Superficie calculée en amont de la station.

b. R. Dostie, G. Parent, S. Delisle et P.-M. Marotte, Comportement du B.t. en milieu lotique à l'extérieur des aires traitées (en 1985), Québec, 1986, p. 23.

c. Le chiffre encadré correspond à la concentration maximale détectée à chaque délai.

## CONCLUSION

Onze mois après l'application de Bacillus thuringiensis var. kurstaki en forêt, les spores viables sont encore présentes dans l'eau des ruisseaux et des rivières. On n'observe aucune différence entre les concentrations détectées à l'intérieur des aires traitées et celles détectées à des distances variant de quatre à neuf kilomètres en aval de celles-ci. Les concentrations représentent moins de 1% des maximums détectés immédiatement après les pulvérisations.

La présence des spores de B.t.k. dans les cours d'eau échantillonnés serait due au lessivage du sol forestier environnant. Il est donc prévisible qu'aussi longtemps que les spores persisteront dans le sol, on détectera du B.t.k. en milieu aquatique.

# BIBLIOGRAPHIE


CARDINAL, P., 1986. Cahier des méthodologies analytiques pour le Bacillus thuringiensis, Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, Division des études et du suivi, 29 p.

CARDINAL, P. et P.-M. MAROTTE, 1987. Persistance du Bacillus thuringiensis dans le sol forestier, Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Direction de la conservation, Service des études environnementales, 66 p.

DELISLE, S., R. DOSTIE et P.-M. MAROTTE, 1986. Comportement du Bacillus thuringiensis en milieu lotique à l'intérieur des aires traitées (en 1985), Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, Division des études et du suivi, 16 p.

DOSTIE, R., G. PARENT, S. DELISLE et P.-M. MAROTTE, 1986. Comportement du Bacillus thuringiensis en milieu lotique à l'extérieur des aires traitées (en 1985), Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service des études environnementales, Division des études et du suivi, 43 p.

DUGAL, J., L. MAJOR, P. CARDINAL et S. DELISLE, 1985. Étude de la persistance des insecticides biologiques dans les eaux naturelles en milieu forestier (en 1984), Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service d'entomologie et de pathologie, Division environnement et sécurité, 29 p.

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
**Service des études environnementales**